

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫二：高層建築風力與結構互制之系統識別及振動舒適 度研究(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC94-2745-E-032-007-URD

執行期間：94 年 08 月 01 日至 95 年 07 月 31 日

執行單位：淡江大學土木工程學系

計畫主持人：吳重成

計畫參與人員：莊鎮宇，張英傑

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 6 月 26 日

高層建築風力與結構互制之系統識別及振動舒適性研究(2/3)

期中報告

1. 前言

台灣屬典型海島型氣候，夏季受太平洋環流影響，颱風頻仍，冬季則受東北季風侵襲，東北部首當其衝，對建築物及公共建設頗具潛在威脅，雖然中低層建築之結構要求大都由地震力主控，但對於高層建築之結構要求則超越耐震設計規定而由風力主導。再者，隨材料科技之日新月異，質量輕且強度高之材料陸續被引進土木及建築業，高層建築及高塔結構愈形普遍；馬來西亞吉隆坡的新地標雙塔大樓、台北新光大樓、高雄東帝士國際廣場大樓及目前即將完工的 101 層台北國際金融中心大樓即為著名代表例子。這些土木結構因重量及勁度減小使得風力對其影響相對愈形顯著。

因結構實際受風之行為屬動態反應，這些高層建築物來回擺盪之振動現象亦常造成使用人員之不舒適 (Discomfort)，對於精密儀器亦可能造成損壞，人員不舒適度取決於樓層加速度大小，其標準各國均異，我國新近修訂之規範（內政部建研所即將發佈）雖然剛納入相關之規定（半年迴歸期風速下不得超過 5cm/sec^2 ），但目前未有任何本土之相關定量之研究數據作為規範基礎。因此基於落實本土規範研究之考量，本計畫之第二項研究目標為透過受風引起之舒適度相關研究，建立我國舒適度標準。

舒適度標準之訂定向來為爭議頗多之課題，主要原因在於其中隱含人之心理因素，至今，諸多先進國家之規範中有關舒適度標準規定之差異仍頗大，有些為較單純之定值標準，有些則為振動頻率之函數。

2. 振動舒適度之實場調查研究

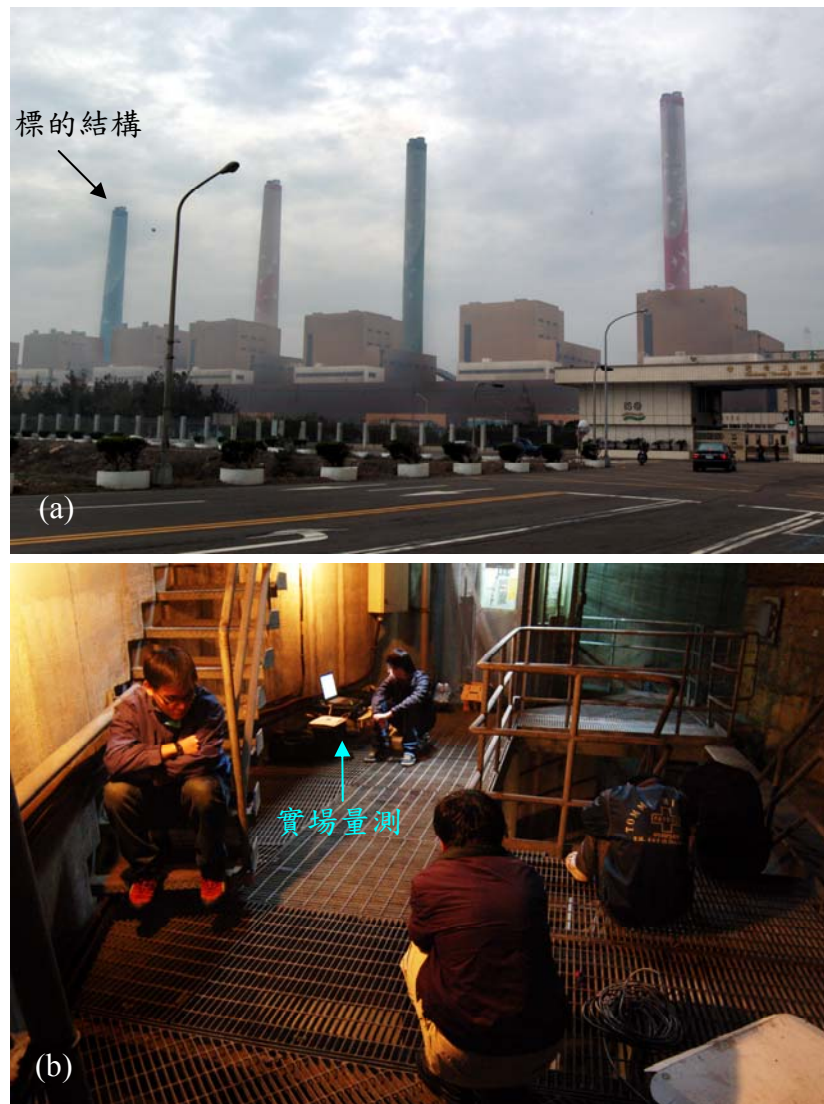
一般對於振動舒適性之研究，可藉助實驗室振動模擬台進行人員測試，然後以問卷調查方式收集受測試者之感受資料，以機率觀點進行分析與統計。或直接於高樓受強風期間，進行實場問卷調查。實場資料收集不易，以單一或零落之數筆資料較難進行有系統性研究，因此，最理想之方式為以實驗室資料為主，進行有系統分析；再輔以實場資料作為對照比較，判斷結論之合理性。本計畫第二年主要進行實場調查研究，應用實驗室振動模擬台之調查研究則擬於第三年施行。以下為實場調查研究所採取之系統性分析方法：

(A)受測標的物：

本研究之受測標的結構為位於台中港附近之台電火力發電場之煙囪結構，高度約 250 米，自然頻率約 0.3 Hz（見圖一(a)），受測者於煙囪頂層實際感受振動情形見圖一(b)，經 30 分鐘感受時間後填寫問卷。現場並以速度計進行實場量測，紀錄當時振動歷時資料。

(B)問卷內容之擬定：

應包含對振動之感受程度之調查，表一為目前本研究擬具之問卷內容。



圖一：(a) 台電火力發電場之煙囪結構；
(b) 受測者於實場感受振動情形。

表一：問卷調查表

實場舒適度問卷調查表

受測者基本資料：

1. 姓名：_____ 職業性質：_____
2. 性別：☐男 ☐女
3. 年齡：_____

試驗資料：

1. 試驗日期：_____ 時間：_____
2. 結構：火力電場煙囪 (Height:250m)
3. 所在樓層位置：第_____層 速度：_____ (免填) 加速度：_____ (免填)
4. 是否可見窗外之景物：是☐ 否☐

受測者感受資料：

1. 當時之姿勢為：☐站姿 ☐坐姿 ☐臥躺 ☐其他_____ (可複選)
2. ☐感覺到房屋振動
原因：☐家具移動或門、家飾品之甩動。
☐感覺窗外景物與自己有相對移動。
☐身旁有其他人提醒。
☐身體不舒服 (如頭暈，甚至嘔吐)。
(可複選)

☐毫無感覺到房屋振動 (勾選此項者無須回答第3題)
3. 若該振動現象再次出現，您認為距此次相隔時間多近，您將不能忍受：
☐無論時間多近皆可忍受 ☐1 天 ☐2~3 個月
☐6 個月 ☐1 年 ☐2~3 年
(請擇一勾選)

(C) 分析方法：

根據調查資料，應用機率與統計方法進行分析，考慮人員感受不舒適之振動大小為隨機變數，將其機率密度函數（Probability Density Function）求出。利用此機率密度函數將可求得當若干百分比之人員感受到不舒適時之振動大小，因此若能訂定一個合理之百分比，則此對應之振動大小即可訂為舒適性標準。根據文獻【1】中對設施持有人及設計工程師所做之調查顯示，設施中之使用者若達 2%之百分比感到不舒適，則會設法增加預算改善其設計，以降低不舒適情形。此 2%之百分比後亦為 ISO（International Standard Organization）（文獻【1】）訂定建築物水平振動舒適性標準時所採納。因此訂定 2%百分比對應之振動大小作為舒適性標準應是合理選擇。

另外，舒適性標準所對應之風速大小之迴歸期可以下述方式決定。將問卷調查資料中有關“可忍受相隔時間”之資料整理歸類為三類：一、反對一年出現 1 次；二、反對一年出現 2~5 次；三、反對一年出現 6~365 次，並將其對應之反對百分比 P_1 、 P_{2-5} 、 P_{6-365} 分別統計出來。假設每年發生此類受風振動之事件為包生過程（Poisson Process），因此每年發生 i 次之機率為

$$p(i) = \frac{v^i e^{-v}}{i!} \quad (1)$$

其中 v 代表每年事件平均發生率，其倒數為事件之迴歸期。若考慮上述之反對百分比為隨機變數，其機率分布與該受風振動事件之包生過程分布一致，則此隨機變數之期望值（平均值）為

$$E[P] = P_1 \cdot p(1) + P_{2-5} \cdot \sum_{i=2}^5 p(i) + P_{6-365} \cdot \sum_{i=3}^{365} p(i) \quad (2)$$

式(2)建立了平均發生率 v 與平均反對百分比 $E[P]$ 之關係，可以作圖方式將平均發生率 v 與平均反對百分比 $E[P]$ 之曲線畫出。若令 $E[P]$ 等於 2% 百分比（對應至舒適性標準），則對應之 $1/v$ 即為舒適性標準對應之迴歸期。

3. 目前進度

實場調查工作仍持續進行中，目前已累積資料如表二所列。

表二：實場調查資料

實場調查編號	地點	時間	樣本數	備註
1	火力發電場之煙囪	2/14/2006	6	
2	火力發電場之煙囪	2/28/2006	6	
3	火力發電場之煙囪	3/14/2006	6	

4	火力發電場之煙囪	5/15/2006	6	
---	----------	-----------	---	--

4. 結果與討論

待完成。

參考文獻

- 【1】 Hansen, R.J., Reed, J. W. and Vanmarcke, E. H., "Human Response to Wind-induced Motion of Buildings", *ASCE Journal of Structural Division*, Vol. 99, No. ST7, pp. 1589-1605, 1973.
- 【2】 ISO6897-1984, Guidelines for the evaluation of the response of occupants of fixed structures, especially buildings and off-shore structures, to low-frequency horizontal motion (0.063 to 1 Hz), International Standard Organization, 1984.